

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

DESENVOLVIMENTO DE PLANTA PILOTO COM ARDUINO E ROBÓTICA PARA FINS EDUCACIONAIS

Matheus Gonçalves Gomes — Técnico em Automação Industrial, Gabriel Mendes de Almeida — Técnico em Automação Industrial, João Vitor Ferraz Carvalho —

Técnico em Automação Industrial, Julia da Silva de Souza - Engenharia de Controle e Automação, Gabriel Ribeiro dos Santos — Técnico em Automação Industrial, Ezequiel de Souza Almeida — Técnico em Automação Industrial,

Guilherme dos Anjos Monteiro — Engenharia da Computação

Milena Bissonho Soares (Orientadora)

Nathalie Terra de Azevedo (Orientadora)

mbissonho@iff.edu.br

nathalietera@gmail.com

¹ INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE *CAMPUS* CAMPOS CENTRO

Campos dos Goytacazes - RJ

Resumo

A Automação ainda é um tema pouco difundido para grande parte da população, e esta apresenta um amplo campo de aplicações em diversos segmentos como residencial, industrial e educacional, que, muitas vezes, é pouco disseminado. Por isso está sendo apresentada a ideia da planta-piloto comandada por Arduino, programada para facilitar o entendimento da Automação. Além disso, busca-se demonstrar como plataformas de prototipagem eletrônica e a robótica podem melhorar o ensino-aprendizagem de sistemas industriais. Dentre as tecnologias demonstradas neste trabalho estão: sensores, bombas e válvulas (instrumentos comuns na indústria), adequadas à plataforma Arduino (UNO), programada na linguagem C++. Foi verificado o funcionamento do protótipo desenvolvido, observando a correta mudança de temperatura da água. Ademais, foi realizada pesquisa, com uma amostra de alunos, atestando progresso na compreensão da planta-piloto, para àqueles expostos ao sistema desenvolvido, contribuindo para o melhor entendimento da Automação e sua aplicabilidade na potencialização das técnicas de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Automação Industrial, Robótica, Arduino, Ensino-aprendizagem, Planta-Piloto.

1. Introdução

No campo do sensoriamento industrial, distintas variáveis são medidas, objetivando o controle de processos. A medição de nível consiste na determinação da posição de uma interface entre dois meios. Diferentes tipos de sensores são utilizados para aferição dessa variável, divididos, de forma macro, em diretos e inferenciais. Ainda nesse parâmetro, há também as chaves de nível que, quando atuadas, determinam o nível em recipientes ou tanques e, normalmente, desencadeiam processos interligados a esse ponto de medição.

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

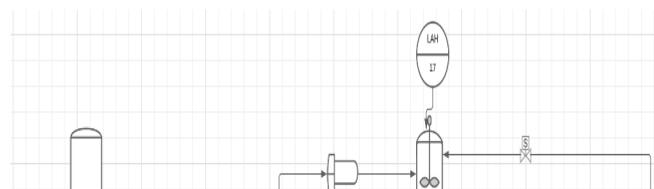
Dentre os sensores diretos, há os do tipo flutuador vertical. São boias ocas contendo um ímã que, ao serem elevadas pelo nível do que estiverem mensurando, aproximam esse ímã de um reed-switch, um interruptor eletromecânico acionado magneticamente, assim, enviando sinal.

Os sensores de temperatura também são vastamente aplicados na área industrial, se dividindo principalmente nas categorias de mecânicos, elétricos e por dilatação térmica [BAUSÀ, J. et al.]. Esses tipos de sensores variam de acordo com o material de construção e o princípio de funcionamento, onde pode-se citar pares termoeletricos, RTD (Resistance Temperature Detector), tiras bimetálicas e termoresistores. Esse último, normalmente é construído com materiais cerâmicos, utilizados em semicondutores, e medem a temperatura através da variação de resistência [PRASAD, D.; NATH, V.]. Um exemplo de aplicação de termoresistores são os DS18B20, que contém um elemento de sensor de temperatura, que muda sua resistência com a variação desse parâmetro. Ele permite uma fácil integração com plataformas de prototipagem eletrônica, como o Arduino, possibilitando transmissão de dados digitais e diferentes configurações [DS18B20 datasheet].

Os sensores transmitem sinais, resultando no acionamento de elementos finais de controle, como bombas, válvulas e ebulidores. As bombas são equipamentos transformadores de energia, convertendo energia mecânica em cinética, utilizando um mecanismo rotacional, movido por um motor, resultando na transferência de fluidos de um local para outro. Existem, como as bombas, mini bombas d'água, sendo equipamentos com grande integração às plataformas de prototipagem eletrônica, como o Arduino. Os ebulidores são aquecedores que funcionam mediante o Efeito Joule [SILVA, V. DA V. F. DA., 2022] sendo resistências por onde a corrente passa e a potência elétrica é transformada em potência térmica. Existem inúmeros tipos de válvulas na indústria, um exemplo, muito utilizado, são as válvulas solenóides, dispositivos eletromecânicos, contendo uma bobina que, quando energizada, gera o movimento de um êmbolo, permitindo o controle de fluxo de fluidos.

Um meio mais utilizado que os ebulidores, para a mudança de temperatura da água, são os trocadores de calor. Devido a uma vantagem nítida, eles realizam duas mudanças de temperatura ao mesmo tempo, podendo esquentar um fluido que necessite estar em temperaturas altas e esfriar um que precise se encontrar em baixa. Conforme o processo de transferência, os trocadores de calor são classificados em contato indireto e direto [MATTJIE; RISTOF; MICHELS, 2013]. Dentre os diversos tipos de trocador de calor, um de fácil montagem e alta eficiência, há o trocador de calor tipo serpentina, que consiste em uma ou mais serpentinas organizadas em um reservatório [SILVA, M. T. 2019].

Nas indústrias, os dados enviados pelos sensores são recebidos por CLPs, que os processam e emitem os devidos comandos para os elementos finais de controle. Em menor escala, e com menor custo, o Arduino, uma plataforma de hardware open source de fácil utilização, realiza a mesma função. Por isso, uma comunidade internacional se formou em torno do projeto Arduino, envolvendo técnicos e desenvolvedores de diversas áreas, alunos e professores [SOUZA, A. R. DE et al, 2011]. Porém, para elementos que precisem de mais de 5V de tensão, são necessárias fontes para alimentá-los e



7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

relés para que o Arduino os controle, definindo, assim, a passagem de corrente no circuito.

A propagação da educação tecnológica é necessária para o progresso da sociedade, e entende-se que a robótica e plataformas, como Arduino, sejam ferramentas cada vez mais utilizadas para esse fim. Segundo Zilli (2004, p.77) A Robótica Educacional é um recurso tecnológico interessante e rico no processo de ensino aprendizagem, que contempla o desenvolvimento pleno do aluno. FERNANDES PEREZ, A. et al. acrescentam que a plataforma Arduino, por se tratar de uma plataforma livre e de baixo custo, é muito utilizada no ensino de todas as idades. Assim, combinando esses recursos, propomos a construção da planta-piloto, de modo a viabilizar a acessibilidade aos conceitos da Automação Industrial.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 relata o objetivo, a seção 3 esclarece o trabalho proposto, a 4 descreve os materiais e métodos. Os resultados são apresentados na seção 5, e as conclusões são dissertadas na seção 6.

2. Materiais e Métodos

1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a construção do sistema de controle da planta piloto, utilizaram-se sensores de nível e temperatura, variáveis às quais desencadearam as ações de acionamento e desacionamento das bombas, solenóides e ebulidor.

Sensor de temperatura – Consiste em um sensor DS18B20, que é um sensor eletrônico, com fácil integração à plataforma de prototipagem Arduino. Tem como elemento sensor, um termistor, o qual tem sua resistência variada pela temperatura da água, gerando um sinal de resolução de 12 Bits, enviado para o controlador. Foi escolhido por ser um instrumento de baixo custo e à prova d'água, o que é essencial para esse trabalho. Sua temperatura de operação varia entre -55 a 125°C , com uma precisão de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. O mesmo é ilustrado na Figura 02.

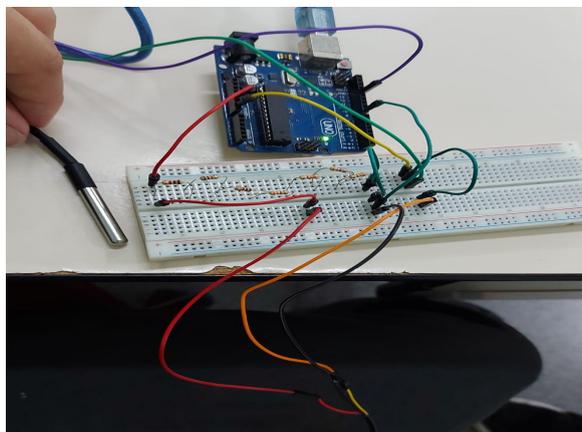


Figura 02 - Circuito do funcionamento de um sensor de temperatura

Sensor de nível - Foi utilizado um sensor de água tipo boia para Arduino, que ao haver variação do nível do tanque, seja usado para nível alto ou nível baixo. Tem seu flutuador movido, resultando na inclinação do micro-interruptor, que fecha o contato, enviando assim um sinal para desacionamento das bombas. A imagem referente a ela é a Figura 03.

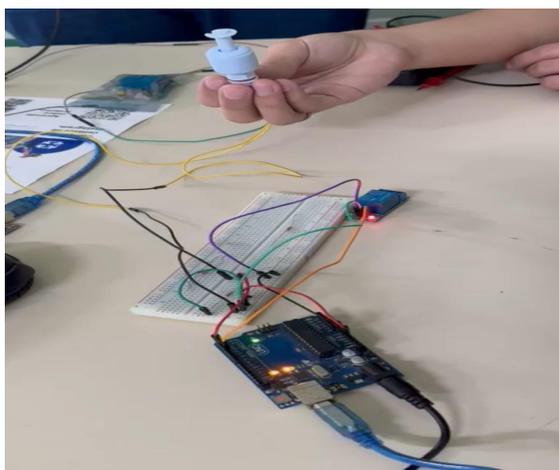
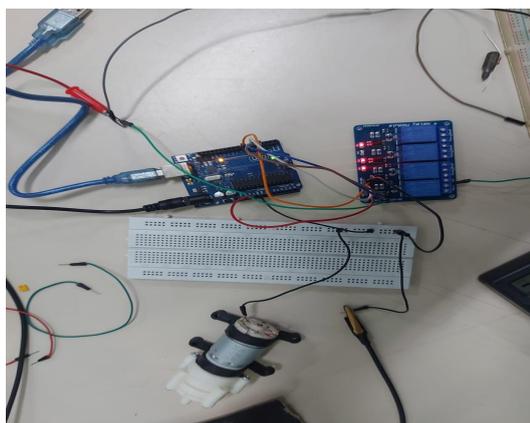


Figura 03 - Foto tirada do sensor de nível tipo boia

Bomba d'água - Foram utilizados os sensores de nível tipo boia para acionamento e desacionamento das mini bombas d'água RS385, garantindo sua segurança para que nunca estivessem sem água, o que geraria superaquecimento das mesmas.



7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

Figura 04 - Circuito do funcionamento de uma mini bomba, acionada por relés controlados por Arduino

Circuito aquecedor - Para o aquecimento da água, que se direcionava ao tanque de mistura, utilizou-se um aquecedor de água portátil elétrico, com potência de 500W, ligado a 127V, da marca Fix. Para seu controle, utilizou-se um Módulo de Relés de 4 canais, com tensão de acionamento de 12 V, para que fosse ativado apenas quando desejado e esse foi colocado em série com o ebulidor.



Figura 05 - Ebulidor 500W, 12V

Válvula solenóide - As válvulas solenóides foram utilizadas em associação com os sensores de temperatura, impedindo a passagem de água de um reservatório para outro, até que o fluido estivesse na temperatura esperada, seja de aquecimento ou resfriamento. São válvulas de 12V, normalmente abertas, também acionadas mediante relé, em série com as mesmas, e controladas por Arduino.

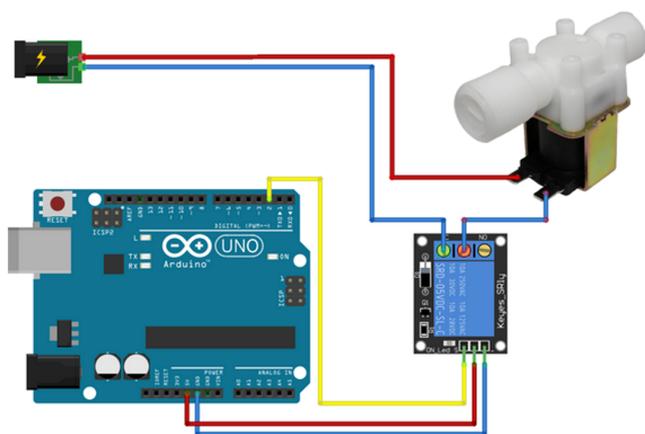


Figura 06 - Circuito esquemático da válvula ligada ao Arduino

Trocador de calor serpentina - Para construção do trocador de calor, tipo serpentina, foi utilizado uma tubulação de cobre com $\frac{3}{4}$ ", enrolada dentro de um pote plástico e preenchida com gelo, visto seu objetivo de resfriar a água, a qual será direcionada a outro tanque, como é possível observar na Figura 07.



Figura 07 - Miniatura de trocador de calor serpentina

Após a construção e testes de todos esses componentes, os reunimos em um único protótipo, iniciando com o aquecimento da água e, após isso, ocorrendo o resfriamento e retornando ao início do processo.

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

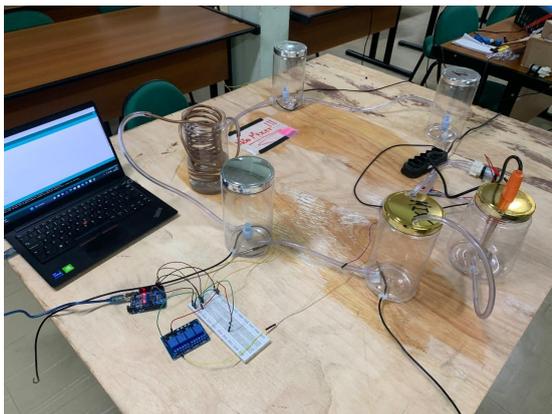


Figura 08 - Protótipo da planta piloto de aquecimento e resfriamento de água

No que diz respeito ao experimento para a verificação da eficácia do trabalho proposto - ser um auxílio no processo de ensino-aprendizagem de Automação e suas aplicações - foi realizada uma pesquisa com uma amostra de alunos do curso técnico em Automação Industrial, no IF Fluminense, nas modalidades concomitante e integrado ao ensino médio. A pesquisa se deu da seguinte forma: os membros desenvolvedores deste modelo, fizeram um seminário presencial sobre o conceito de Automação - e o leque de vertentes presentes nessa área de atuação -, e o princípio de funcionamento da planta piloto, assim como, sua aplicabilidade em diversos tipos de indústria - podendo se encaixar em diversas malhas de controle -, de forma prática e didática. Em seguida, os ouvintes preencheram o formulário, disponibilizado pela equipe.

Numa escala de 0 - 10, com os conhecimentos que possuía antes da apresentação, quanto você entendia sobre uma Planta piloto?
34 respostas

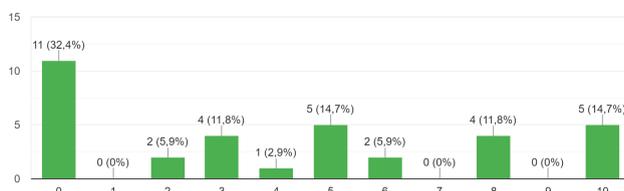


Figura 09 - Trecho da pesquisa, antes da apresentação de nosso protótipo

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

Numa escala de 0 - 10, quanto você compreendeu sobre o funcionamento da Planta, pós apresentação do nosso projeto?
34 respostas

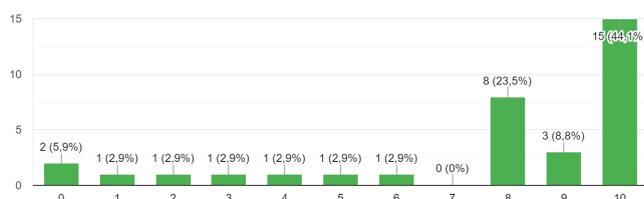


Figura 10 - Trecho da pesquisa, depois da apresentação de nosso protótipo

3. Resultados e Discussão

Após efetuar os passos descritos nos capítulos anteriores, a estrutura física e lógica da planta foi finalizada. Foi observada a correta medição das variáveis, nível e temperatura, e as ações decorrentes de sua variação, sendo elas, o acionamento e desacionamento das bombas, solenoides e ebulidor. Para a comprovação de sua eficácia no auxílio à educação, foram analisados os dados provenientes da pesquisa, aplicada à amostra de estudantes do curso técnico em Automação Industrial no IF Fluminense. Ao analisar a Figura 09 e a Figura 10, é observado que houve um crescimento na compreensão da Automação e suas aplicações à indústria e, em específico, no processo de mudança de temperatura da água.

Logo, conclui-se que os resultados se deram de forma satisfatória, favorecendo a proposta inicial do projeto: ser um instrumento educacional, abrindo a mente de jovens e adultos para a área da pesquisa e desenvolvimento de sistemas autônomos.

4. Conclusões

O desenvolvimento da planta piloto se mostrou um grande desafio, uma vez que, existe a necessidade de uma gama de conhecimentos acumulados. Todavia, com a dedicação e o empenho adequado, concretizamos essa árdua tarefa. Para isso, criamos o processo em partes bem definidas e isoladas como subsistemas - com o propósito de analisar e estudar com cuidado todas as componentes -, seguidamente, integrando-as ao sistema principal e formando o protótipo, de forma sólida e efetiva. Somado a isso, a planta possui total condição de ser usada como instrumento de ensino e aprendizagem em laboratórios, ou, até mesmo, em uma sala de aula comum. Em razão disso, o projeto possui efetiva atuação no âmbito educacional e apresenta contribuições para a área tecnológica envolvida no mesmo.

Para trabalhos futuros, há a possibilidade da implementação de interfaces gráficas - com o intuito de obter o controle remoto do sistema, além de uma interface IHM (Interface Homem

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

Máquina), melhorando a visualização dos componentes e funcionamento do sistema, tornando-o mais dinâmico e amplo.

Referências

FERNANDES PEREZ, A. et al. Uso da Plataforma Arduino para o Ensino e o Aprendizado de Robótica. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://online-engineering.org/icbl-archives/proceedings/2013/papers/Contribution77_a.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

2 - p. 230, 232. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://online-engineering.org/icbl-archives/proceedings/2013/papers/Contribution77_a.pdf. Acesso em: 30 jul. 2023.

3 - Fernandes, J. C. Uso do simulador virtual Tinkercad associado com a plataforma do Arduino para ensino de Automação no curso de Sistemas De Informação. Simpósio, N. 10, 8 Abr. 2022.

4 - BAUSÀ, J. et al. SENSORES DE TEMPERATURA. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14089/mod_resource/content/0/SensoresTemperatura.pdf>.

5 - PRASAD, D.; NATH, V. An Overview of Temperature Sensors. Lecture notes in electrical engineering, p. 777-784, 31 jul. 2018. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-8234-4_62

6 - DS18B20 datasheet. Disponível em: <<https://datasheetspdf.com/pdf-file/1011203/DallasSemiconductor/DS18B20/1>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

7 - SILVA, V. DA V. F. DA. Efeito Joule e seus âmbitos de ensino: revisão sistemática. repositorio.ufersa.edu.br, 31 maio 2022.

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:
conexões para além da conectividade

ISSN 2525-975X

8 - SOUZA, A. R. DE et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 01–05, mar. 2011.

9 - SILVA, M. T. Construção de um trocador de calor tubular em espiral. - 2019 - Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/tubular-em-espiral>>.

10 - MATTJIE, Clovis Adelar; RISTOF, Renato; MICHELS, Ademar – Projeto De Um Trocador De Calor Para Resfriamento De Fluido Em Um Circuito Hidráulico Utilizado Na Agricultura De Precisão– 2013–disponível <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/projeto_de_um_trocador.pdf